



Рис. 2. Головне вікно системи підтримки прийняття рішень

Висновки

Розроблена СППР для вибору каталізатора процесу ОКМ може бути корисною при проектуванні та впровадженні відповідного виробництва, а також застосовуватися операторами-технологами під час протікання процесу ОКМ.

Література

1. *Дорохов И. Н.* Системный анализ процессов химической технологии: Экспертные системы для совершенствования промышленных процессов гетерогенного катализа / И. Н. Дорохов, В. В. Кафаров. – М.: Наука, 1989. – 376 с.
2. *Бугаєва Л. М.* Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів: підручник / Л. М. Бугаєва, Т. В. Бойко, Ю. О. Безносик. – К.: «Інтерсервіс», 2017. – 254с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗКРОЮ ПОЛОТНА НА ВИРОБНИЦТВІ КАРТОНУ І ПАПЕРУ

Сангінова О. В., Козлов П.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСКРОЯ ПОЛОТНА НА ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОНА И БУМАГИ

Сангинова О. В., Козлов П. В.

OPTIMIZATION OF THE NESTING PROCESS OF PAPERMAKING

Sanginova O., Kozlov P.

КПІ ім. Ігоря Сікорського
Київ, Україна
sanginova@xtf.kpi.ua

У роботі виконана формалізація задачі оптимізації процесу розкрою полотна на виробництві картону і паперу. Сформульовано критерій і запропонована цільова функція, що дозволяє мінімізувати кількість обрізків полотна паперу і картону. Представлені результати порівняльного аналізу ефективності традиційного і запропонованого підходів. Показано, що автоматизація процесу розкрою дозволяє зменшити кількість обрізків і забезпечити прибуток. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення існуючих процесів розкрою паперу і картону.

Ключові слова: *цільова функція, оптимізація, виробництво картону та паперу*

В работе выполнена формализация задачи оптимизации процесса раскроя полотна на производстве картона и бумаги. Сформулирован критерий и предложена целевая функция, позволяющая минимизировать количество обрезков полотна бумаги и картона. Представлены результаты сравнительного анализа эффективности традиционного и предложенного подходов. Показано, что автоматизация процесса раскроя позволяет уменьшить количество обрезков и обеспечить прибыль. Полученные результаты могут быть использованы для усовершенствования существующих процессов раскроя бумаги и картона.

Ключевые слова: *целевая функция, оптимизация, производство картона и бумаги*

The problem of optimization of the process of cutting the paper and cardboard on the papermaking manufactures are formalized. The criterion is formulated and the objective function is proposed, which allows to minimize the number of scraps of the paper and cardboard. The results of a comparative analysis of the effectiveness of the traditional and proposed approaches are presented. It is shown that automation of the cutting process allows to reduce the number of scraps and ensure profit. The obtained results can be used to improve the existing processes of cutting paper and cardboard.

Keywords: *objective function, optimization, production of cardboard and paper*

Вступ

Головною задачею управління у целюлозно-паперовій промисловості (ЦПП) в умовах жорсткої конкуренції є підвищення ефективності виробництва [1]. Одним з шляхів досягнення даної мети є використання оптимізаційних моделей і методів планування діяльності, реалізованих в програмно-апаратних комплексах. Такі автоматизовані системи дозволяють на основі замовлень, отриманих від споживачів, скласти об'ємний календарний план роботи виробництва, який враховує потреби в сировині, продуктивність машин виробництва паперу і забезпечують оптимальний розкрій полотна тамбурів.

В умовах сучасного ринку України стійкий розвиток демонструють ті підприємства галузі, які основною задачею своєї діяльності вважають виконання замовлень в строк і у повному обсязі. У роботах, присвячених питанням оптимізації виробництв картону та паперу [1, 2], основними критеріями підвищення ефективності виробництва вказується мінімізація відходів розкрою полотна (обрізків) і час зберігання готової продукції на складі. Широкий асортимент рулонної продукції і неоднорідність виробничих замовлень є причиною збільшення кількості обрізків в процесі розкрою полотна. Одним з варіантів мінімізації кількості відходів є формування із залишків рулонів стандартних розмірів, які можуть бути продані зі складу дрібнооптовим замовникам або використаних для виготовлення продуктів-супутників, наприклад, листівок. Мінімізація часу зберігання готової продукції на

складі досягається за рахунок створення об'ємно-календарного плану, який враховує ритмічність виробництва і дату відвантаження готової продукції.

Постановка задачі

Метою роботи є формалізація та вирішення задачі оптимізації процесу розкрою полотна на виробництві картону і паперу, а також порівняльний аналіз ефективності запропонованого підходу.

Аналіз досліджень

У роботі в якості показника ефективності процесу розкрою полотна паперу та картону обрано кількість обрізків полотна паперу та картону, які залишились після розкрою і не є придатними для виготовлення супутників. Отже, кількість таких відходів має бути мінімальною. З урахуванням даного показника, вартість виробленої продукції (грн.) у загальному вигляді може бути представлена наступним чином:

$$J = \sum_{i=1}^n a_{1i} y_i + \sum_{i=1}^n a_{2i} |y_i - y_i^t| - \sum_{j=1}^m a_{3j} u_j - \sum_{j=1}^m a_{4i} |u_j - u_j^t|, \quad (n = 2, m = 2), \quad (1)$$

де y_i та y_i^t – фактичне та заплановане значення вихідних величин відповідно, u_j та u_j^t – фактичне та заплановане значення керуючих змінних відповідно, a_k , $k = \overline{1,4}$ – коефіцієнти, які враховують вартість одиниць продукції або технологічних операцій.

У випадку розкрою тамбурів паперу цільова функція (1) матиме наступний вигляд:

$$J = a_{11} y_2 + a_{21} \cdot |y_1 - y_1^t| + a_{22} \cdot |y_2 - y_2^t| - a_{31} \cdot u_1 - a_{32} \cdot u_2 - a_{41} \cdot |u_1 + u_1^t|, \quad (2)$$

де y_1 та y_1^t – фактичний та запланований час виконання замовлення відповідно, y_2 та y_2^t – фактична та запланована кількість супутників відповідно, u_1 та u_1^t – кількість рулонів в замовленні та кількість рулонів, взятих для розкрою, відповідно, u_2 – кількість перестановок ножів, що розрізають папір; a_{11} – ціна одного рулону супутника; a_{21} – втрати від невиконаного замовлення; a_{22} – вартість зберігання одиниці продукції на складі; a_{31} – ціна одного рулону; a_{32} – вартість часу простою верстата; a_{41} – вартість рулону поза замовленням.

Обмеження:

$$\begin{cases} y_2 \leq k \cdot u_1, \\ 0,9 \leq u_1 \leq 1,1 \end{cases} \quad (3)$$

де k – частка невиконаного замовлення.

КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

З метою порівняння ефективності традиційного та запропонованого підходів до планування, розраховано значення цільової функції для чотирьох карт розкрою: карти №№ 1 та 2 сформовані планувальником на виробництві (вручну), карту № 3 згенеровано автоматизованою системою планування на виробництві і карту № 4 розроблено із застосуванням запропонованого підходу. Замовлення, які використовувались для розкрою, наведені у таблиці 1, приклад карти розкрою – у таблиці 2.

Таблиця 1. Замовлення,
використані для розкрою

№ заказу	Ширина рулона, мм	Кількість рулонів заказе	Вага заказу, т
1	1050	80	40
2	1250	101	60
3	1400	176	120
4	1510	42	30
<i>Разом</i>		<i>399</i>	<i>250</i>

Таблиця 2. Приклад карти розкрою

№	Кількість знімання рулонів	Формати рулонів, мм				Обрізна кромка, мм
1	18	1050	1050	1050	1050	0
2	8	1050	1400	151		240
3	34	1400	1400	1400		0
4	33	1250	1400	1400		150
5	34	1250	1250	1510		190

Результати розрахунку вартості виробленої продукції для чотирьох карт розкрою представлені у таблиці 3.

Таблиця 3. Результати розрахунку вартості продукції для карт
розкрою

Складова цільової функції	Карта розкрою			
	№1	№2	№3	№4
y_1	0	0	0	0
y_1^t	0	0	0	0
y_2	50	52	192	0
y_2^t	0	0	0	0
u_1	399	399	399	399
u_1^t	398	399	399	399
u_2	5	6	5	5
a_{11}	200	200	200	200
a_{21}	0	0	0	0
a_{22}	150	150	150	150
a_{31}	350	350	350	350
a_{32}	2400	2400	2400	2400
a_{41}	-350	0	0	0
<i>Вартість продукції, грн.</i>	<i>129800</i>	<i>127850</i>	<i>127650</i>	<i>137250</i>

Як видно з таблиці 3, найбільша вартість продукції отримана для карти розкрою № 4, яка сформована за допомогою запропонованого підходу, а рішення, запропоновані планувальником процесу, не є оптимальними. Наприклад, для карти № 1 перший заказ (ширина рулону 1050 мм), виконаний частково.

Висновки

Проаналізовано існуючі підходи до планування процесу розкрою полотна на виробництві картону і паперу та визначено, що значна кількість операцій виконується вручну, що призводить до невчасного виконання замовлень та недоотримання прибутків.

Формалізовано задачу оптимального планування процесу розкрою: запропоновано цільову функцію, яка дозволяє мінімізувати кількість обрізків полотна паперу та картону, що залишилися після розкрою і не придатні для подальшого використання.

Виконано порівняльний аналіз ефективності запропонованого підходу до планування з існуючими підходами. Показано, що автоматизація процесу планування забезпечує найбільшу вартість продукції.

Література

1. *Зинченко Д. В.* Проблемы и перспективы развития целлюлозно-бумажной промышленности украины в условиях мирового рынка [електронний ресурс] / Д. В. Зинченко, А. Р. Дунская // Актуальні проблеми економіки та управління. – 2014. – режим доступу до ресурсу: <http://probl-economy.kpi.ua/ru/node/430>.
2. *Сангинова О. В.* Системный подход к моделированию процесса планирования производства картона / О. В. Сангинова, П. В. Козлов. // Комп'ютерне моделювання в хімії, технологіях і системах сталого розвитку - КМХТ-2014 : Збірник наукових статей четвертої міжнар. наук.-практ. конф.. – 2014. – С. 79 – 84.

PRODUCT SPECIALIZED SOFTWARE APPLICATIONS FOR LIFE CYCLE ASSESSMENT

Dzhygyrey^{*} I., Mynko[†] O.

ПРОДУКТ-ОРИЕНТОВАНЕ ПРИКЛАДНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Джигирей І. М., Минько О. В.

ПРОДУКТ-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Джигирей И. Н., Минько А. В.